

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-044051  
 (43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.Cl.

H04J 11/00  
 H04B 7/06  
 H04B 7/08

(21)Application number : 2001-151779

(71)Applicant : AT &amp; T CORP

(22)Date of filing : 22.05.2001

(72)Inventor : LI YE  
 SOLLENBERGER NELSON RAY  
 WINTERS JACK HARRIMAN

(30)Priority

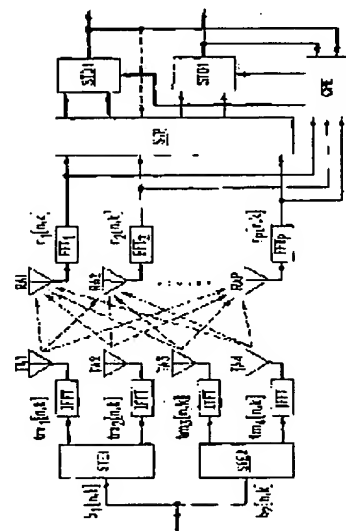
Priority number : 2000 206182 Priority date : 22.05.2000 Priority country : US  
 2001 791523 23.02.2001

US

## (54) MIMO OFDM SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a MIMO OFDM system which uses an independent space-time code for each of many transmission antenna sets.  
 SOLUTION: The MIMO OFDM system is provided with a plurality of space-time encoders for encoding each data block assigned with an independent space-time code. Converted data block signals are transmitted by a plurality of transmission antennas, and then are received by a plurality of receiving antennas. Prior to the maximum likelihood estimation, the received data is subjected to a prewhitening process. In one example of implementation, the performance of the system can be improved by using continuous interference offset. Channel parameter estimators can be improved by weighting estimated values of channel impulse response based on the deviation from the mean.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-44051

(P2002-44051A)

(43) 公開日 平成14年2月8日(2002.2.8)

(51) IntCl <sup>1</sup>	識別記号	F I	チート・ド (参考)
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z 5 K 0 2 2
H 0 4 B 7/06		H 0 4 B 7/06	5 K 0 5 9
		7/06	D

審査請求 有 請求項の数17 O L (全 14 頁)

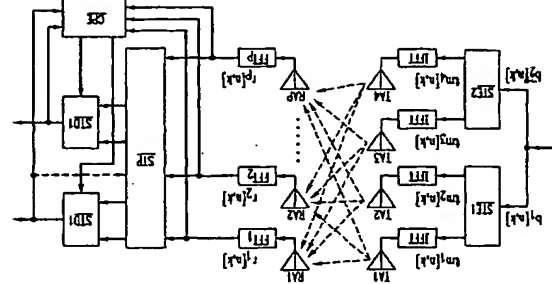
(21) 出願番号	特願2001-151779(P2001-151779)	(71) 出願人	390035493
(22) 出願日	平成13年5月22日(2001.5.22)	エイ・ディ・アンド・ティ・コーポレーション	オン
(31) 優先権主張番号	60/206182	AT&T CORP.	
(32) 優先日	平成12年5月22日(2000.5.22)	アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨーク ニューヨーク アヴェニュー オブ ジ アメリカズ 32	
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	09/791523	(72) 発明者	イー リー
(32) 優先日	平成13年2月23日(2001.2.23)	アメリカ合衆国 07733 ニュージャージーイ、ホルムデル、ムルペリー レーン 8	
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100064447 井理士 岡部 正夫 (外11名)

(54) 【発明の名称】 MIMO OFDMシステム

(57) 【要約】

【課題】 多数の送信アンテナセットに対して、独立した空間-時間符号を用いるMIMO OFDMシステムを提供する

【解決手段】 MIMO OFDMシステムは、独立した空間-時間符号を有する各データブロックを符号化するための複数の空間-時間符号化器を備える。変換されたデータブロック信号は、複数の送信アンテナによって送信され、複数の受信アンテナによって受信される。受信されたデータは、最大検出を行う前に、事前白色化がシステム性能を改善することができる。チャネルパラメータ推定は、平均から偏置に基づいてチャネルインパルス応答推定値を重み付けすることにより改善することができる。



BEST AVAILABLE COPY

(2)

特開平14-04051

【特許請求の範囲】

【請求項1】 MIMO OFDM通信のための方法であって、

第1のデータブロックを第1の複数の符号化された信号に符号化するステップと、

第2のデータブロックを第2の複数の符号化された信号に符号化するステップと、

前記第1の複数の符号化された信号と前記第2の複数の符号化された信号とをそれぞれ、各送信アンテナにおいて送信するステップと、

前記送信された信号を複数の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第1のデータブロック信号および前記第2のデータブロック信号それぞれの場合の前記受信信号を事前白色化するステップと、

前記事前白色化された受信信号それぞれにおいて、最大検出を実行するステップと、

前記受信信号において連続干渉相殺を実行するステップとを有する方法。

【請求項2】 CRC符号を用いて、前記連続干渉相殺を実行するステップをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項3】 MMSEレベルを用いて、前記連続干渉相殺を実行するステップをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項4】 チャネル遅延応答推定値を重み付けするステップをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項5】 各遅延に対する平均チャネル応答推定値からの偏置に基づいて前記チャネル遅延応答推定値を重み付けするステップをさらに含む請求項4に記載の方法。

【請求項6】 チャネル応答推定値を重み付けすることにより、チャネルのNMSEを最小にするステップをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項7】 MIMO OFDM通信のための方法であって、

第1のデータブロックを、第1および第2の符号化された信号を生成する第1の空間-時間符号化器に供給するステップと、

前記第1の符号化された信号を第1の送信アンテナから送信するステップと、

前記第2の符号化された信号を第2の送信アンテナから送信するステップと、

第2のデータブロックを、第3および第4の符号化された信号を生成する第2の空間-時間符号化器に供給するステップであって、前記第1、前記第2、前記第3および前記第4の各符号化された信号は各OFDMブロックを形成するステップと、

前記第3の符号化された信号を第3の送信アンテナから送信するステップと、

前記第4の符号化された信号を第4の送信アンテナから送信するステップと、

前記第1の送信アンテナから送信された信号と前記第2の送信アンテナから送信された信号とを結合して、第1の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第3の送信アンテナから送信された信号と前記第4の送信アンテナから送信された信号とを結合して、第2の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第1の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第2の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第3の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第3の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第4の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第4の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第4の符号化された信号を第4の送信アンテナから送信するステップと、

前記第1、前記第2、前記第3および前記第4の符号化された信号を、複数の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第1のデータブロック信号のための受信信号を事前白色化するステップと、

前記事前白色化された第1のデータブロック信号において最大検出を実行するステップと、

前記第2のデータブロック信号のための受信信号を事前白色化するステップと、

前記事前白色化された第2のデータブロック信号において最大検出を実行するステップと、

前記第1のデータブロック信号と前記第2のデータブロック信号とを結合して、第1の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第2のデータブロック信号と前記第1のデータブロック信号とを結合して、第2の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第1の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第2の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第3の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第3の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第4の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第4の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第1の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第2の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第5の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第3の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第4の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第6の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第5の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第6の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第7の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第7の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第8の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第9の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第9の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第10の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第11の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第11の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第12の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第13の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第13の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第14の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第15の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第15の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第16の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第17の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第17の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第18の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第19の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第19の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第20の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第21の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第21の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第22の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第23の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第23の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第24の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第25の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第25の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第26の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第27の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第27の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第28の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第29の受信アンテナにおいて受信するステップと、

前記第29の受信アンテナにおいて受信された信号と前記第30の受信アンテナにおいて受信された信号とを結合して、第31の受信アンテナにおいて受信するステップと、

第2のデータブロックを第2の複数の符号化された信号に符号化するステップと、  
前記第1および前記第2の複数の各符号化された信号を、各送信アンテナにおいて送信するステップと、  
前記送信された信号を複数の受信アンテナにおいて受信するステップと、  
前記第1および前記第2のデータブロック信号を復号化するステップと、  
平均からの偏差に基づいて、チャネル応答推定値を重み付けすることにより、チャネルパラメータを推定するステップとを有する方法。  
【発明の詳細な説明】  
【0001】  
【発明の属する技術分野】本発明は全般に通信システムに関し、より詳細には、直交周波数分割多重化（OFDM）通信システムに関する。  
【0002】  
【従来の技術】高データ速度でのワイヤレスアクセスが多くの応用形態によって要望されている。従来から、より速いデータ速度で伝送するためには、より広い帯域幅が必要とされる。しかしながら、スベクトルには制限があるため、帯域を広げるための技術は多くの場合に、実用的ではなく、かつ/またはコストがかかる。  
【0003】1つの知られているシステムでは、多数の送信アンテナおよび受信アンテナを用いて、スベクトル効率的およびデータ伝送を行っている。多数の送信アンテナを用いて、送信ダイバージシティを行ったり、あるいは多入力多出力（MIMO）チャネルを形成したりすることができ。また、多数の送信アンテナは、ワイヤレスシステムにおいてダイバージシティを提供するためにも用いられている。送信ダイバージシティは、線形変換に基づいて、あるいは空間-時間符号化によって行うことができる。特に、空間-時間符号化は、符号効率が高いことができる。また、直交周波数分割多重化（OFDM）システムの効率的および性能を改善することができる。多数の送信および受信アンテナを用いて、MIMOチャネルを形成する場合には、システム容量をさらに改善することができる。フラットフェーディングあるいは狭帯域チャネルを有する1入力1出力（SISO）システムと比較すると、MIMOシステムは、送信アンテナおよび受信アンテナの数のうちの最小値の倍数だけ容量を改善することができる。

【0004】図1は、データの送信サブシステムおよび受信サブシステムを含む従来のOFDMシステム10を示す。符号化サブシステム12は、データ源からのバイナリデータを符号化する。符号化されたデータは、インタリーザサブシステム14によってインタリーザされ、その後、マルチプレクササブシステム16によって、多輻射多相干システム18に結合される。マルチプレクサシステム18は、ある特定の実施形態では、多輻射多相干システム

シンボルは4相位相変調（QPSK）シンボルを含む。その後、リモータサブシステム18は、送信機においてチャネルを推定するためのパイロット信号を、パイロット挿入サブシステム18によって挿入することができる。シリアル/パラレル変換サブシステム20は、シリアルデータストリームを、逆高速フーリエ変換（IFFT）サブシステム22に供給されるパラレルデータストリームに変換する。

【0005】変換されたデータは、パラレル/シリアル変換器24によってシリアルデータストリームに変換される。サブシステム26によって巡回拡大大およびインボリ処理を加えることができ、その後、DAC28によってデジタル/アナログ変換され、アンテナシステム30によって送信される。OFDMシステムの受信部32は、受信したOFDM信号からデータを抽出するため、同じように対応する構成要素を備える。  
【0006】図2に示されるように、知られているOFDMシステム10は、複数のサブキャリア50を有する。重複する直交マルチキャリア変調技術を用いる。図3は、サブキャリアの直交特性を示す。より具体的には、1つのOFDMデータシンボルの4つのサブキャリア60はそれぞれ、インタバルTにおいて、ある整数のサイクリスを有する。隣接するサブキャリア間のサイクル数は1だけ異なる。

【0007】1つの知られているOFDM送信システムでは、帯域幅が広くなく、空間-時間プロセッサの複雑さが増し、推定されるチャネルパラメータを用いて空間-時間プロセッサを構成するとき、その空間-時間プロセッサの性能が著しく劣化する。  
【0008】それゆえ、信号検出を改善したMIMO OFDMシステムを提供することが望まれるであろう。さらに、チャネルパラメータ推定の精度を高めることが望まれるであろう。

【0009】  
【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、多数の送信アンテナセットに対して、独立した空間-時間符号を用いるMIMO OFDMシステムを提供することである。受信機は、事前白色化し、その後最大復号化を用いて空間-時間符号を復号化する。この構成を用いる場合、MIMO OFDMシステムは、スベクトル効率のよい広帯域帯の通信を提供する。MIMO OFDMシステムは、チャネル遅延プロファイル推定値を判定し、かつそれを用いて、より正確なチャネルパラメータ推定を達成する。  
【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の一態様では、MIMO OFDM通信システムは、複数の送信アンテナおよび複数の受信アンテナを含む。第1および第2のデータブロックはそれぞれ、第1および第2の各空間-時間エンコードによって2つの信号に変換される。4つの

各合成信号は、各送信アンテナによって送信されるOFDMブロックを形成する。各送信アンテナは、4つの送信されたOFDMブロックの重ね合わせである信号を受信する。第1のデータブロックのための符号化された信号を検出し、かつ復号化する際には、第2のデータブロックのための符号化された信号は、干渉信号として取り扱われ、かつ復号化される。最大復号化はビタビ復号化を含むことができる。一実施形態では、最大復号化のため事前白色化は、所望の信号を最小平均二乗誤差（MMSE）で修復し、その後、残留干渉信号および雑音を白色化することを含む。

【0011】連続して干渉を相殺することにより、システムの性能を改善することができる。より具体的には、第1および第2のデータブロックが復号化された後、復号化された信号が観望を含むか否かが判定される。一方の復号化されたデータブロックが観望を含み、他方のデータブロックが観望を含まない場合、正確なデータブロック信号が再生成され、受信した信号から除去される。その後、他のデータブロックは修正された信号から再抽出され、復号化される。

【0012】本発明のさらに別の態様では、MIMO OFDMシステムは、チャネルインパルス応答の空間的な相関から導出される比較的正確なチャネル遅延プロファイルを用いることにより、チャネルパラメータ推定を改善する。一般に、推定されたチャネル応答は、平均チャネル応答からの偏差に基づいて重み付けされる。相対的に正確なチャネル応答を、より大きく重み付けすることにより、チャネルパラメータ推定がより正確になる。  
【0013】

【発明の実施の形態】本発明は、添付の図面とともに取り上げられる以下の詳細な説明から、より十分に理解されるようになるであろう。  
【0014】全般に、本発明は、MIMOチャネルを形成するために、多数の送信アンテナおよび受信アンテナを有する直交周波数分割多重化（OFDM）システムを提供する。この構成を用いると、チャネル推定および信号検出が改善される。

$$r_j[n,k] = \sum_{i=1}^I B_i[n,k] |h_i[n,k]| + w_j[n,k]$$

ただしpは受信アンテナの数に対応し、 $H_j$ は $[n,k]$ は、i番目の送信アンテナおよびj番目の受信アンテナに対応する、時間nにおけるk番目のトーンの場合のチャネル周波数応答を示し、 $w_j[n,k]$ は、j番目の受信アンテナ上の付加的な雑音ガウス雑音を示す。雑音は、分散 $\sigma_n^2$ で平均が0であり、個々の時間n、

【0015】図4は、多数のアンテナを有するMIMO OFDMシステム100を示しており、ここでは、アンテナは、4本の送信アンテナTA1～TA4および複数の受信アンテナRA1～Pとして示される。4本の送信アンテナを有するMIMO OFDMシステムが示されるが、任意の数の送信アンテナを用いることができることは理解される。さらに、受信アンテナの数は、送信アンテナの数以上になるであろう。  
【0016】MIMO OFDMシステム100は、第1のデータブロックb1 $[n,k]$ を受信する第1の空間-時間符号化器STE1と、第2のデータブロックb2 $[n,k]$ を受信する第2の空間-時間符号化器STE2とを備える。トーンkにおける時間nでは、2つの各データブロック、 $\{b_i[n,k] : k=0, 1, \dots, (1=1 \text{ および } 2) \}$ は、第1および第2の空間-時間符号化器STE1およびSTE2を通じて、それぞれ2つの信号 $\{i2+i[n,k] : k=0, 1, \dots, \&=1, 2 \}$ （ $i=1$ および $2$ ）に変換される（式1～3）。符号化された各信号は、OFDMブロックを形成する。送信アンテナTA1～TA4は、各信号 $1m_i[n,k]$ （ $i=1, \dots, 4$ ）によって、各逆高速フーリエ変換IFFT1～4で変調した後に、OFDM信号を送信する。  
【0017】アンテナTA1～4によって送信された信号は、受信アンテナRA1～RAPによって受信される。受信された信号r1 $[n,k]$ 、r2 $[n,k]$ 、 $\dots$ 、rP $[n,k]$ はそれぞれ高速フーリエ変換（FFT）サブシステムFFT1～FFT Pによって変換され、空間-時間プロセッサSTPに供給される信号を生成し、プロセッサSTPは検出された信号情報を、第1および第2の各空間-時間復号化器STD1およびSTD2に供給する。チャネルパラメータ推定器CPEは、その変換された信号を受信し、その変換された信号からチャネルパラメータ情報が判定され、その後、信号を復号化する際に行うために空間-時間プロセッサSTPに供給される。

【0018】各送信アンテナRA1～RAPにおいて受信された信号は、4つの重みを含んで送信された信号の重ね合わせであり、それは、 $j=1, \dots, p$ の場合に以下の式（1）において表すことができる。  
【数1】

$$r_j[n,k] = \sum_{i=1}^I B_i[n,k] |h_i[n,k]| + w_j[n,k]$$

トーンkおよび受信アンテナjの場合に相関がないものと仮定される。

【0019】OFDM信号の入力-出力の関係は、以下の式（2）～（4）に記載されるようなベクトル形式で表すこともできる。  
【数2】

式(2)





のフックラ周波数で用いられ、種々の送信および受信アンテナに対するチャネルは、同じ統計的性質を有する。4本の送信アンテナと種々の数の受信アンテナを用いて、4人分出力OFDMシステムを形成した。

【0042】OFDM信号を構成するために、全チャネル帯域幅1.25MHzが、256サブチャネルに分割される。両側のそれぞれ2つのサブチャネルはガードトーンとして用いられ、残り(252トーン)は、データを送信するために用いられる。互いに直交するトーンを形成するために、シンボル持続時間は約204.8μsecである。付加的な20.2μsecガードインターバルは、チャネルマルチパス遅延スプレッドに起因する、シンボル間干渉から保護するために用いられる。この結果、全フックラ長T<sub>t</sub>は約225μsecになり、サブチャネルシンボルレートf<sub>s</sub>は4.44kボーになる。

【0043】4PSKとともに16状態空間-時間符号が用いられる。各データフックラは、500ビットを含み、2つの異なるフックラに符号化され、各フックラは底数に252シンボルを有し、OFDMフックラを形成する。それゆえ、OFDMシステムは、4本の送信アンテナを有し、2空間-時間コードワード(全1000ビット)を送信することができる。各タイムスロットは、100FDMフックラを含み、最初のフックラはトレーニングのために、残りの9フックラはデータ伝送のために用いられる。従って、そのシステムは、1.25MHz 2チャネルにわたって4Mビット/秒の速度でデータを送信することができる。すなわち、その送信効率は3.2ビット/秒/Hzである。

【0044】図5A～図6Bは、種々のチャネル遅延プロファイル、受信アンテナの数、および抽出技術を用いる、本発明によるMIMO OFDMシステムのシミュレートされた性能を示す。図5Aは、性能改善に関するアンタリーフ効果の効果を明示する。アンタリーフを行うことにより、10%WERを達成するために必要とされるSNRは、TUチャネルの場合に1.5dBだけ、HTチャネルの場合に0.7dBだけ改善される。HTチャネルは、アンタリーフ前にはTUチャネルより優れたダイバーシティを有するため、アンタリーフ処理は、HTチャネルの場合、TUチャネルの場合よりも小さな利得しか得ない。

【0045】図6A～図6Bは、種々の抽出技術の場合のアンタリーフ処理を有するシステムのWERを比較する。図に示されるように、CRCおよび符号品質(MMSE)に基づき遅延干渉相殺を用いるシステムは、それと2.5dBおよび1.8dBだけ10%WERのために必要とされるSNRを低減することができる。図5A～図5Bの全ての性能曲線は、4本の送信アンテナと4本の受信アンテナを有するOFDMの場合を示す。受信アンテナの数が増えると、図6A～図6Bに見

られるように、性能が改善される。具体的には、受信アンテナの数が4本から6本に増える場合には、TUあるいはHTチャネルのいずれのOFDMシステムも、約4dBだけ性能が改善されるであろう。

【0046】図7A～図7Bは、40Hzのフックラ周波数の種々のチャネルの場合、理想的なチャネルバグマータおよび推定されるチャネルバグマータを有するMIMO OFDMシステムの性能を比較する。図7Aから、10%WERのために必要とされるSNRは、遅延干渉抑圧および空間-時間符号化のための推定されたチャネルバグマータを用いるMIMO OFDMシステムの場合に10～11dBであり、それは、信号抽出および符号化の場合の理想的なチャネルバグマータを用いる場合よりも1.5～2dB高くなる。さらに多くの受信アンテナを用いると、図7Bに示されるように、性能が改善される。具体的には、推定されたチャネルバグマータを用いるシステムの場合、10%WERのための必要とされるSNRは、受信アンテナの数を4本から6本、および6本から8本に増やしたときに、それぞれ4.5dBおよび2dBだけ改善される。

【0047】図8A～図8Dは、種々のフックラ周波数を有するOFDMシステムの性能を比較する。フックラ周波数が高くなると、チャネル推定誤差が大きくなり、それゆえシステムは、より劣化するようになる。4本の送信アンテナおよび4本の受信アンテナを用いるMIMO OFDMシステムの場合、10%WERのために必要とされるSNRは、フックラ周波数が40Hzから100Hzに上昇するときに、2.4dBだけ劣化する。しかしながら、さらに受信アンテナを増やすと、劣化は低減される。10本の受信アンテナを用いる場合には、その劣化はわずか約0.4dBである。

【0048】本発明は、システム容量を増加させる多入力出力(MIMO)システムを構成するために、種々の送信アンテナおよび受信アンテナを有するOFDMシステムを提供する。MIMO信号化および遅延干渉相殺のための事前白色化技術が明示される。4入力/4出力OFDMシステムにこれらの技術を用いると、正味のデータ伝送速度は、1.25MHz 2入力/2出力チャネルにわたって4Mビット/秒に達するようになり、10%WERのために必要とされる10～12dB SNRは、無遅延干渉および500ビット/秒のフックラ長の場合の信号抽出技術による。本発明によるMIMO OFDMシステムは、高データ速度のフックラシステムにおいて、有効に使用することができる。

【0049】当業者には、上記の実施形態に基づく本発明のさらに別の特徴および利点は理解されよう。従って、本発明は、図示の請求の範囲によって示されるものを除いて、具体的に図示および説明されてきた内容に限定されるべきではない。全ての刊行物および利用された参考文献は、その全体を参照して特に本明細書に採用し

ている。

【0050】

【発明の効果】上記のように本発明によれば、受信側に於いて、事前白色化し、その結果大抵信号を用いて空間-時間符号を復号化することにより、スベクトル効率のよい広帯域通信を行うことができるMIMO OFDMシステムを実現することができる。またそのMIMO OFDMシステムは、チャネル遅延プロファイル推定を判定し、それを用いて、より正確なチャネルバグマータ推定を達成することができる。

【面の簡単な説明】

【図1】従来の直交周波数分割多重化(OFDM)システムを示すブロック図である。

【図2】図1のOFDMシステムにおいて用いられるサブチャネルを示すフックラ図である。

【図3】図1のOFDMシステムにおいて用いられる直交サブチャネルを示す従来のグラフである。

【図4】本発明によるMIMO OFDMシステムの一部のフックラ図である。

【図5A】種々のチャネル遅延プロファイルおよび抽出技術を有する本発明によるMIMO OFDMシステムのグラフである。

【図5B】種々のチャネル遅延プロファイルおよび抽出

技術を有する本発明によるMIMO OFDMシステムのグラフである。

【図6A】種々の受信アンテナの数および抽出技術を有する本発明によるMIMO OFDMシステムのグラフである。

【図6B】種々の受信アンテナの数および抽出技術を有する本発明によるMIMO OFDMシステムのグラフである。

【図7A】理想的なチャネルバグマータおよび推定されたチャネルバグマータを有する本発明のMIMO OFDMシステムを比較するグラフである。

【図7B】理想的なチャネルバグマータおよび推定されたチャネルバグマータを有する本発明のMIMO OFDMシステムを比較するグラフである。

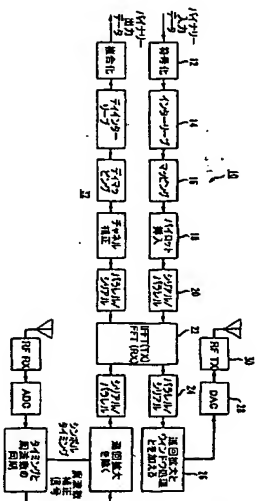
【図8A】種々のフックラ周波数を有する本発明によるMIMO OFDMシステムのグラフである。

【図8B】種々のフックラ周波数を有する本発明によるMIMO OFDMシステムのグラフである。

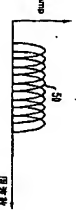
【図8C】種々のフックラ周波数を有する本発明によるMIMO OFDMシステムのグラフである。

【図8D】種々のフックラ周波数を有する本発明によるMIMO OFDMシステムのグラフである。

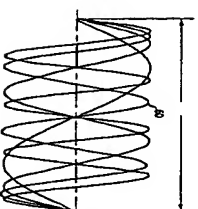
【図1】



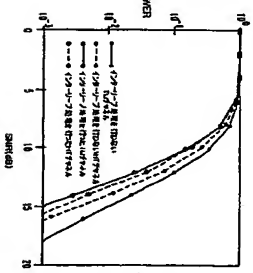
【図2】



【図3】



【図5A】



【図5B】

